

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：12605

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25660181

研究課題名(和文) 熱帯アジアにおける篤農に学ぶ「土づくり」適正技術

研究課題名(英文) Appropriate technology of soil management: Learning from skilled farmers in tropical Asia

研究代表者

及川 洋征(Oikawa, Yosei)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・助教

研究者番号：70323756

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：熱帯アジアのタイ、インドネシア、ベトナムの篤農・実践家を訪ね、水田・畑地・ホームガーデンでの、家畜糞やバイオ炭を用いた土づくりの適正技術と実践課題を学んだ。また、カンボジアにおいてバイオ炭を用いた圃場およびポット栽培試験を行った。もみ殻や雑草など身近な有機資材からつくったバイオ炭は、肥料投入を減らしかつ土壌改良効果が期待できることを確認した。その施用は「土づくり」適正技術として周辺農家へ普及可能と考えられた。以上の事例から、持続的生産に向けて、作物残渣などの利用可能なバイオマス、限られた水資源の有効利用、適切な病虫獣害対策といった課題にも取り組む必要があることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Case studies of skilled farmers and practitioners were made to learn appropriate soil management using livestock manure and biochars in tropical Asia such as Thailand, Indonesia, and Vietnam. Then, field and pot experiments using biochar amendment were made in Cambodia. We confirmed the potential of biochars made from local weed and rice husk for reducing chemical and organic fertilizer application while improving soil properties. Its application can be transferred as an appropriate soil management technology to other farmers in the neighboring regions. The case studies, however, suggest that we also need to consider the available biomass (crop residue, vegetation, manure, etc.), efficient utilization of limited water resource, appropriate pest and disease management, and related subjects for sustainable production.

研究分野：熱帯農学

キーワード：バイオ炭 土壌改良 有機肥料 ベトナム カンボジア ホームガーデン 技術移転 農村開発

1. 研究開始当初の背景

(1) 熱帯農業の生産性の向上・改善には、化学肥料・農薬、改良品種、灌漑開発による緑の革命や、ブラジル・セラードの土壌改良のような大規模事業に関連して、国家的・国際的に研究が進められてきた。他方、途上国では、堆肥利用、家庭菜園、自家採取、小規模灌漑といった草の根の取り組みも小農を対象に行われてきた。そのなかで篤農・実践家は、他地域から学んだ技術を自らの圃場で実践・改良し、小農向けの持続的農業モデルとして成果を挙げている例がある。近年では、稲の集約栽培 SRI (System of Rice Intensification) や、バイオ炭 (biochar) を用いた土壌改良・低投入型栽培の実証試験に、世界各地の研究者が取り組んでいる。

(2) 熱帯の小農向け技術のなかで、「土づくり」を基礎とする日本の有機農業技術、特に堆肥やボカシといった有機資材の生産利用技術は、熱帯高地の温帯野菜作を中心に導入され、一定の成果を挙げてきた。ただし、高温多湿の熱帯低地では、土壌有機物の分解が速いため、土壌有機物の蓄積を増やす考え方を、そのまま移転することは難しい。分解速度の速い熱帯低地における「適正技術化」の過程が必要であるが、その技術的な整理・体系化は充分ではない。現地の農家は「土づくり」にどのような考えで取り組み、そして具体的な技術を用いているのか、温帯(日本)からの技術移転によって、それらはどのように変わってきたのだろうか。こうした問題意識から以下の研究目的を設定した。

2. 研究の目的

本研究では、日本との農業技術交流のあるベトナム、インドネシア、タイといった熱帯アジアの篤農・実践家による長期的「土づくり」の考え方・取り組み・技術を調査し、体系的に整理する。さらに、その結果をふまえて、カンボジアの痩せ地圃場における実証試験を行い、「土づくり」適正技術の効果・課題を検証し、周辺地域への普及を提案することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 熱帯アジア各地の篤農・実践家から土づくりの取り組み、技術を学んだ。

タイ、チェンマイ県メーリムのイトミミズを用いた有機稲作圃場の管理技術、インドネシア、西カリマンタン州ディアンタマ財団木炭総合技術開発センターの木炭と養鶏を組み合わせた長期的な土づくりと畑作経営、ベトナム、トゥアティエン・フエ省バックマー国立公園周辺農村のホームガーデンにおけるもみ殻くん炭入り有機肥料を用いた野菜生産について、それぞれ現地を訪問し、聞き取り調査を行った。(平成 25 年度)

(2) 上のベトナムの研究対象地域では、炭入

り有機肥料の周辺への波及効果について調査した。2008 年～2012 年度に東京農工大学はベトナム中部のバックマー国立公園とともに JICA 草の根技術協力事業「農民参加型木炭多用途利用技術普及計画」を実施した。本事業では、農畜産分野におけるバイオ炭の利用技術、特に有機野菜生産と養豚におけるもみ殻くん炭の利用技術を「炭を用いた循環型有畜農業モデル」として体系的に農家に普及することを活動の重点とした。そこでは、もみ殻くん炭を有機肥料(炭入りボカシ)の材料に混合することにより農地土壌の改良を図った。トゥアティエン・フエ省フーロック郡とナムドン郡において、野菜栽培および養豚のための炭利用技術を習得した農家 36 世帯にアンケート調査を行い、習得技術の継続状況とバイオ炭利用の課題を調査した。

同技術を習得したドゥクソン寺院附属 Xong 菜園における炭入りボカシづくりと利用の実践状況について調査した。(平成 25～26 年度)

(3) カンボジア圃場における土づくり技術の実証試験を行った。

プノンペン市、カンボジア王立農業大学(Royal University of Agriculture) キャンパス内の実験圃場において、また、コンポントム州コンボン・スヴァイ郡の氾濫原にある CAM Agriculture 社圃場において、バイオ炭を施用した栽培試験を行い、農作物の生育・収量および土壌改良の効果を評価した。(平成 26～27 年度)

これらの結果から周辺地域に普及可能な適正技術の提案に向けた技術課題と改良点を考察した。

4. 研究成果

(1) 熱帯アジアの「土づくり」の事例として、タイ、インドネシア、ベトナムの 3 地域の篤農・活動家を対象と土づくりに関する考え方、取り組み、経験・技術を学んだ。

水田の土づくりの事例として、タイ・チェンマイ県メーリム郡、レインボウファームの Tawan Hangsoongnern 氏から、イトミミズ、もみ殻、堆肥を用いた有機稲作について学んだ。農場に設置した精米機から得られる籾殻を用いて、くん炭をやき、またアヒル糞等から堆肥をつくり、水田に施用することのことであった。堆肥投入の結果として、イトミミズによる土壌改良効果がもたらされていると理解された。黒米や香り米の品種を選択し、天然農薬による防除を行うことで、付加価値を持った有機米生産に取り組んでいた。

常畑の土づくりの事例として、インドネシア・西カリマンタン州トホ・イリール郡、ディアンタマ財団木炭総合技術開発センター(PPTAT)の取り組みについて学んだ。同施設では、焼畑農法に代わる生産技術体系として木炭生産と養鶏・家畜飼育を組み合わせた作物生産に取り組んでいた。1994 年の設置から

20年近く粉碎した木炭を堆肥とともに施用していた。2013年8月の畑地表層の土壌 pH は 6.5~7.0、10cmより下層は 5.0~5.5 であった。人力と畜力により表層部分を耕耘しており、木炭施用による中和効果が認められた。日常生活・家畜や農作物のための乾季の水源、家畜の健康管理、担当職員間の技術継承といった周辺課題についても生産の継続に重要であることが分かった。

ホームガーデンの土づくりの事例として、ベトナム・トゥアティエン・フエ省フーロック郡のバックマー国立公園周辺農村、およびフエ市郊外のドゥクソン寺院附属 Xong 菜園において、有機野菜生産の取り組みを学んだ。いずれの生産者も東京農工大学受託 JICA 草の根技術協力事業により有機農業技術を研修しており、もみ殻くん炭入りの牛糞・水牛糞または豚糞と発酵米糠を用いた有機肥料を作製し、それぞれ菜園区画に施用していた。

(2) ベトナムにおける環境保全型農業技術の普及事業後、土づくり適正技術としての炭入り有機肥料の生産利用の継続状況を確認した。

ベトナム・バックマー国立公園周辺農村では、2013年2月に本普及事業終了ワークショップを行った。その際、「炭を用いた循環型有畜農業モデル」研修に参加したのべ 155名のなかで精力的に取り組んでいる 36 世帯に対して、モデル実践農家認定証を授与し、普及事業後も炭利用技術が周辺住民に波及していくことを期待した。事業終了から2年後の2015年2~3月に、トゥアティエン・フエ省フーロック地区およびナムドン地区において、上記 36 世帯の認定証授与農家(以下、モデル実践農家)に訪問アンケート調査を実施し、炭の生産利用実態を調査した。

モデル実践農家 36 世帯は、2011~2013 年度に実施した「炭を用いた循環型有畜農業モデル」の研修に参加し、炭利用技術を習得した。これらは野菜栽培に取り組んだ農家 19 世帯、養豚に取り組んだ農家 12 世帯、両方に取り組んだ複合農家 5 世帯に分けられた。アンケートを集計したところ以下の結果を得た。過去1年間に、もみ殻くん炭を製造・利用していた農家は、36 世帯中 30 世帯(83%)であった。養豚農家・複合農家計 17 世帯のうち、16 世帯(94%)が豚の餌に炭・木酢液を混合していた。野菜生産の研修を受けたモデル農家 24 世帯のうち、20 世帯(83%)がナス、オクラなど有機野菜の生産を継続していた。炭入りボカシを作製・利用した農家は 5 世帯のみであった。自給用野菜を主に栽培している農家は、ボカシをつくらず、もみ殻くん炭をやいた後、圃場に直接施用したり、水牛糞や豚糞を堆肥化して有機栽培に取り組んでいた。この野菜生産を継続していた 20 世帯のうち、13 世帯(65%)は野菜を自給用に生産しており、7 世帯が販売も行っていた。

炭入りボカシを用いた有機野菜生産には、くん炭づくり、炭入りボカシの作製、野菜の栽培・販売まで時間と労力を要する。とくに炭入りボカシづくりにはいくつかの資材(家畜糞、もみ殻くん炭、もみ殻、米糠、発酵資材)を準備する必要がある。普及にあたり、一般的な農畜複合経営の小規模農家であれば、本モデルを容易に実践できるだろうと考えられていた。実際には、事業終了後も炭入りボカシづくりを継続していた農家 5 世帯は、炭入りボカシの材料として、地元の市場・精米所から米糠を 1kg あたり 8,000 ドン前後で購入していた。この 5 世帯は、有機野菜販売を継続していた 7 世帯のなかに含まれていた。複数のモデル実践農家から、地元の市場では炭を用いた有機栽培と化学肥料・農薬を用いた慣行栽培との間に価格差はほとんどなく、かかる手間に対して得られる利益が少ないとの声が聞かれた。ただし、幹線国道 5km 圏のフーロック地区において、有機野菜販売の成功事例が見られた。あるモデル実践農家は、農産物を地元市場でなく地元の公務員に直接販売して利益を上げていた。この農家は、普及教材を復習しながら有機栽培に取り組む一方、フクロタケ生産から得られる残渣(稲わら)を炭入りボカシに混ぜて利用する工夫を行っていた。そのほか、フーロック地区の農家自身が工夫した技術として、ホームガーデン内において遮光したスプラウト栽培や肥料袋を用いたポット栽培が観察された。他のモデル実践農家は、研修・普及教材に従っており、とくに普及技術に改良を加えていなかった。

ナムドン地区のモデル実践農家 9 名は、フーロック地区 27 名と比べて、普及事業後の技術実践は低調であった。ナムドン地区は国立公園本部や幹線国道から 20km 以上離れた山間地にあり、輸送・販売手段が限られていた。そのため個々の農家単位では有機野菜の販売に積極的に取り組むことはなく、炭入りボカシを継続利用しなかったと考えられる。それゆえ山間地の生産・販売環境を踏まえた技術フォローアップが必要であると考えられた。

なお、国立公園周辺の養豚企業では、現地研究協力者 Le Dinh Huong 博士(フエ農林大学: Hue University of Agriculture and Forestry)の技術協力により、養豚場の豚糞と、精米所からのもみ殻・米糠、キャッサバ工場からの残渣等を利用し、炭入りボカシを製造するようになった。有機肥料を必要とする農家との連携が可能になっていた。

フエ市近郊のドゥクソン寺院附属菜園では、2010年から籾殻くん炭入り有機肥料を用いて野菜生産を続けていた。2014年3月時点の野菜圃場の土壌 pH は、表層から深さ 5cm までは 6.5~7.0、深さ 10cm~15cm で 5.5~6.0 であり、茶樹と混栽した区画についても、圃場外の対照区(4.0~4.5)に比べると高

い値であった(表1)。炭入り有機肥料の継続施用区で土壌 pH の改良効果が認められた。一方で、菜園管理者は、炭入り有機肥料の資材として米糠や家畜糞を安定調達するための工夫が求められていた。また、ノミハムシやヨトウムシなどの害虫防除の課題も挙げられた。

表 1. ドゥクソン寺院附属 Xong 菜園の土壌 (2014 年 3 月)

A: 野菜区 (当時はトウモロコシが作付中)
B: 混栽茶園区 (カボチャ等を不耕起栽培)
C: 対照区 (圃場の外)

	深さ (cm)	A	B	C
pH	0-5	6.80	6.10	4.36
	5-10	6.19	5.70	4.34
	10-15	5.71	5.52	4.12
EC (μS)	0-5	120	60	100
	5-10	130	40	70
	10-15	100	40	60
NO_3^- (ppm)	0-5	32	21	38
	5-10	33	21	27
	10-15	26	22	24

フエ市郊外では、2014 年に研究協力者 Le Dinh Huong 博士らは有機ジャポニカ米生産販売会社を起業し、普及に取り組んだ。2015 年 3 月には炭入りボカシを活用しながら有機稲作に取り組む農家が 30 世帯ほどに増えてきた。イネ集約栽培法 (SRI) の応用過程で、機械化による労働コスト特に田植えおよび除草の効率化が課題とされていた。

(3) カンボジア圃場における土づくり技術の実証試験

カンボジアでも、まず、土づくりの取り組みを学んだ。シェムリアップ州のルンタエク・エコビレッジのホームガーデンおよび農地、同州のクメール伝統織物研究所 (IKTT) のホームガーデンおよび農地、プレアビヒア州のゴム・コショウ農園、コンポントム州氾濫原の開墾農地、およびコンポット州の有機果樹農家を訪問した。研究協力者の Lorn Vicheka 氏により、新規の開墾農地は貧栄養土壌であることが確認された。プレアビヒア州の砂質土壌については、別途、Lorn が貧栄養土壌を用いてポット試験を継続中である。ルンタエク・エコビレッジでは、2010 年頃からもみ殻くん炭と有機肥料の施用されてきた。同州のクメール伝統織物研究所とコンポット州の有機果樹農家では、主に牛糞堆肥の連続施用を行っていた。身近に入手可能な有機資材であるヒマワリヒヨドリなどの雑草・低木類と家畜糞とを混合して堆肥を作製したり、台所から出る草木灰・炭を利用して

野菜・果樹類に継続的に施用していた。プレアビヒア州のゴム・コショウ農園においては、もみ殻くん炭を化学肥料と併用していた。

研究協力者の Lorn らは、2014 年 2 月から 5 月にカンボジア王立農業大学において、もみ殻およびヒマワリヒヨドリ (*Chromolaena odorata*) 由来のバイオ炭を用いた圃場試験を行った。その結果、堆肥との組み合わせにより砂質土壌の土づくりに有効であることを明らかにした。さらに、2015 年 5 月から 9 月までコンポントム州コンポン・スヴァイ郡の氾濫原において圃場実証試験区を設けて、バイオ炭と作物に対する施肥効果と土壌改良効果を調査した。もみ殻くん炭およびヒマワリヒヨドリ由来のバイオ炭を化肥または堆肥と組み合わせて施用した。王立農業大学の教員・学生および地元農家の協力を得た。本実証試験では、栽培した水稻が干害および鼠害により生育・収量とも著しい被害があったため、処理区間の比較ができなかった。一方、アブラナ科葉菜の Bok Choy およびマメ科のリョクトウは処理区間の生育に違いが見られ、バイオ炭施用による有効性と土壌改良効果が確認された。

カンボジアでは、さらに、プルサット州において、研究協力者の Chea Theany 氏が、もみ殻くん炭を施用してリョクトウを前作し、水稻のポット試験を行った。処理区間の明確な違いは見られなかったが、費用節約の効果が認められた。化肥・堆肥投入を減らす土づくりの方策として、引き続き検討していくこととした。

(4) 総合考察

熱帯アジア各地の篤農・実践家による「土づくり」適正技術の取り組みを調べた結果、それぞれ具体的な「土づくり」の目標を掲げて取り組んできたというわけではなかった。むしろ入手可能な有機資材を積極的・継続的に圃場に施用して有機農産物の生産に取り組んできた結果、土壌が改良されてきたものと理解された。

それぞれの篤農・実践家の周辺には、土づくり技術以外にも経営面、地域資源利用の課題があることが理解できた。特に、バックマー国立公園周辺での調査から、有機農産物の販売機会と利益の確保、有機資材と販売の調達に関わる課題を明確にできた。

一方、研究協力者らによるカンボジア土壌の実態調査・実証試験を通じて、もみ殻くん炭以外の身近な有機資材が土づくりに有効であることが示唆された。特に氾濫原での圃場試験では、病虫獣害、水資源 (不安定な降雨、限られた灌漑水、洪水) といった土壌以外の要因にも制約された。

ここまで見てきたいくつかの事例からは、熱帯アジアの水田・畑地・ホームガーデンのいずれの土づくりに、炭入り有機肥料が有効であることと思われる。ただし、家畜糞の調達は畜産農家から、米糠やもみ殻の調達は

稲作農家または精米業者からまとまった量を得ることができるが、小規模農家が個々の経営のなかで確保できる資源は限られている。周辺への普及を考える場合、有機資材の調達・投入から農産物の生産販売、技術の共有・普及まで、継続可能な仕組みとして総合的に考えていく必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0 件)

執筆・投稿中のものが2件ある。

[学会発表](計 8 件)

及川 洋征, Phan VBD, Phan QD, Nguyen VL, 田中 治夫, 林谷 秀樹, 多羅尾 光徳. ベトナム中部, バックマー国立公園周辺農村におけるバイオ炭普及事業後の課題. 日本熱帯農業学会第 119 回講演会明治大学生田キャンパス(2016年3月24日, 神奈川県川崎市)

Oikawa, Y, Nguyen XT, Le DH. Organic farming practices using rice husk charcoal in a suburb of Hue, Vietnam. 日本熱帯農業学会第 116 回講演会(2014年10月5日, 九州大学箱崎キャンパス, 福岡県福岡市)

Lorn, V, SD Kimura, H Tanaka, Y Oikawa, Effect of biochar from *Chromolaena odorata* and rice husk combined with organic and inorganic fertilizers on soil property and crop biomass. 日本土壌肥料科学会 2014 年度東京大会(東京農工大学小金井キャンパス, 2014年9月9日, 東京都小金井市)

OIKAWA, Y, NGUYEN VL, K SHII, NGUYEN TDN, PHAN VBD, NGUYEN DHH, PHAN V, DANG TNT and M YAMADA, Motivations to use rice husk charcoal in small-scale farming in the buffer zone of Bach Ma National Park. The International Conference on Ecomaterials (ICEM11), Hanoi, Vietnam, Nov.13, 2013.

これらのほか関連課題 4 件を学会発表した。

[その他]

公開セミナー(2013.12)、公開シンポジウム(2016.3)の招待講演各 1 件

6. 研究組織

(1)研究代表者

及川 洋征(OIKAWA, Yosei)

東京農工大学・大学院農学研究院・助教

研究者番号: 7 0 3 2 3 7 5 6

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

()

研究者番号:

(4)研究協力者

レ・ディン・フオン(LE, Dinh Huong)

ローン・ヴィチェカ(LORN, Vicheka)

チア・ティアニ(CHEA, Theany)

町田 拓人(MACHIDA, Takuto)